

Audiometer

SNI-16-2634-92
SNI 16-2634-1992
DOKUMENTASI

+



AUDIOMETER

SII.2435-89

REPUBLIK INDONESIA
DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN

PENDAHULUAN

Standar industri produk-produk Audiometer disusun berdasarkan penelitian oleh Pusat Standardisasi Industri, dan hasil-hasil pengujian oleh Balai Besar Bahan dan Barang Teknik Bandung, terhadap produk-produk peralatan Audiometer yang sudah diproduksi di Indonesia.

Acuan yang dipergunakan untuk penyusunan, dan pengujian standar ini adalah :

- Spesification for Audiometer
BS 5966 - 1980
- Pure Tone Air Conduction
Canadian Standar
CAN 3 - 21074 - M 86.

Pembahasan-pembahasan dalam rapat teknis, rapat prakonsensus dan rapat konsensus dihadiri oleh wakil-wakil dari rumah sakit pemerintah dan swasta, Direktorat Pelayanan Medis, Departemen Kesehatan, produsen, perguruan tinggi negeri dan swasta, Direktorat Logam, Direktorat Jenderal Aneka Industri, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik dan Pusat Standardisasi Industri.

1. 1. C
SV. 2435-09

AUDIOMETER

1. RUANG LINGKUP

- 1.1. Standar ini meliputi definisi, istilah, klasifikasi dan syarat mutu audiometer.
- 1.2. Tujuan standar ini adalah untuk menjamin :
 - 1.2.1. Bila pendengaran diuji terutama ambang pendengaran dengan audiometer yang berlainan, akan menghasilkan hasil uji yang sama bila diuji dalam kondisi yang sama.
 - 1.2.2. Hasil yang diperoleh akan merupakan perbandingan yang baik antara kemampuan pendengaran telinga yang sedang diuji dengan ambang pendengaran acuan.

2. DEFINISI

Audiometer adalah suatu alat elektronik untuk menguji ambang pendengaran secara subyektif dan obyektif pada tiap-tiap frekuensi untuk setiap pengujian yang menghasilkan grafik pendengaran.

3. ISTILAH

- 3.1. Audiometer Nada Murni
Suatu peralatan untuk mengukur pendengaran nada-nada murni dan terutama ambang auditori.
 - 3.1.1. Audiometer Manual
Audiometer nada murni yang pemberian sinyal, pemilihan frekuensi tingkat pendengaran, dan hasil perekamannya dilakukan secara manual.
 - 3.1.2. Audiometer dengan Perekam Otomatis
Audiometer nada murni yang pemberian sinyal, variasi tingkat pendengaran, pemilihan frekuensi atau variasi frekuensi dan rekaman dari responsi subyeknya dilakukan secara otomatis.
- 3.2. Audiometer Nada Tutur
Audiometer tutur adalah suatu peralatan untuk mengukur pendengaran dengan bahan uji berupa nada tutur.
- 3.3. Hantaran Udara
Hantaran bunyi dengan melalui udara pada bagian telinga luar dan telinga tengah, ke telinga dalam.
- 3.4. Hantaran Tulang
Hantaran bunyi ke telinga dalam dengan media getaran mekanik tulang tengkorak dan jaringan lunak.

3.5. Tingkat Ambang Ekvivalen

Tingkat ambang ekuivalen dari telinga pada frekuensi tertela dinyatakan dengan tingkat getaran atau tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh transduser pada frekuensi tertela ke alat penggandeng tertela atau telinga tiruan tertela, ketika transduser terpasang dikepala dengan gaya tekanan tertentu dan mendapat tegangan.

3.6. Acuan Tingkat Ambang Ekvivalen

Acuan tingkat ambang ekuivalen pada frekuensi tertela, dengan tipe transduser tertela dan pola alat penggandeng tertela atau telinga tiruan tertela adalah nilai dasar tingkat ambang ekuivalen dari sejumlah yang cukup besar dari telinga manusia normal dalam batas usia 18 s/d 30 tahun pada frekuensi tertela.

Catatan : Nilai acuan tingkat tekanan ambang bunyi ekuivalen untuk hantaran udara ditelakan dalam ISO 389.

3.7. Tingkat Pendengaran untuk Nada Murni

Tingkat pendengaran nada murni pada frekuensi tertela untuk jenis transduser tertela dan untuk maksud serta penggunaan tertentu, adalah tingkat getaran atau tingkat tekanan bunyi dari sinyal yang diatur oleh transduser di dalam alat penggandeng atau telinga tiruan tertela dikurangi acuan tingkat ambang ekuivalen untuk hantaran tulang atau udara.

3.8. Tingkat Ambang Pendengaran untuk Nada Murni

Tingkat ambang pendengaran telinga pada frekuensi tertela adalah tingkat ambang pada frekuensi tersebut yang dinyatakan sebagai tingkat pendengaran.

3.9. Telinga Tiruan

Alat untuk mengkalibrasikan "earphone" yang memberikan harga setara impedansi akustik earphone, dengan impedansi yang ditunjukkan oleh telinga manusia rata-rata. Peralatan ini dilengkapi dengan mikropon yang telah dikalibrasi untuk mengukur tekanan bunyi yang dihasilkan oleh earphone.

Catatan : Telinga tiruan ditelakan sesuai IEC Publication 318.

3.10. Alat Penggandeng Akustik

Rongga dengan bentuk dan volume tertentu yang digunakan untuk mengkalibrasi suatu earphone, dalam hubungan kerjanya dengan suatu mikrophone yang sudah dikalibrasi untuk mengukur tekanan bunyi yang ditimbulkan dalam rongga tersebut.

Catatan : Alat penggandeng akustik ditelakan sesuai IEC Publication 303, An IEC Artificial Ear, of the Wide Band Type, for the Calibration of Earphone Used in Audiometry.

3.11. Alat Penggandeng Mekanik

Peralatan untuk mengkalibrasikan penggetar tulang yang memberikan impedansi mekanik tertela pada penggetar tulang. Peralatan ini dilengkapi transduser yang sesuai untuk mengukur percepatan atau gaya gerak getar (vibromotive force).

Catatan : Alat penggandeng mekanik ditelakan sesuai IEC Publication 373, An IEC Mechanical Caupler for the Calibration of Bone Vibrator Having a Specified Contacts Area and Being Applied With a Specified Static Force.

3.12. Masking

Proses kenaikan kemampuan dengar, karena adanya bunyi lain.

3.13. Manusia dengan Pendengaran Normal

Manusia dengan pendengaran normal ialah seseorang di dalam keadaan kesehatan normal, yang bebas dari semua tanda atau gejala penyakit telinga dan bebas kotoran di dalam saluran telinga, dan yang tidak pernah kena kebisingan yang berlebihan.

4. KLASIFIKASI

Berdasarkan kemampuan dan persyaratan fasilitas minimum bagi setiap tipe, odimeter dibagi dalam 5 (lima) tipe sesuai dengan Tabel I.

Tabel I
Kemampuan dan Fasilitas Minimum Audiometer

Kemampuan	Fasilitas				
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipe 5
1	2	3	4	5	6
Hantaran Udara	x	x	x	x	x
Dua Earphone	x	x	x	x	x
Hantaran Tulang	x	x	x	x	x
Masking (nada murni) :					
1. Desah jalur sempit	x	x			
2. Desah jalur sempit atau lainnya			x		
3. Desah jalur lebar	x	x 1)			
Masking (tutur)	0	x 2)			
Jalur Masking :					
Sisi seberang earphone	x	x	x		
Sisi sama earphone	x	x			
Penggetar Tulang	x	0			
Nada Acuan :					
Selang - seling	x	x 3)			
Bersamaan					
Selang-seling, sebelah dwi-frekuensi	0				
Responsi Pasien :					
Sistem Sinyal	x	x	x	x 4)	
Keluaran bantu (misalnya penguat suara)	x	0	0		

Tabel I (lanjutan)

1	2	3	4	5	6
Masukan untuk sumber sinyal dari luar (misalnya tutur)	x	x1), 3)	0		
Tingkat pendengaran dan rentang frekuensi	Lihat Tabel II				
Pengendali frekuensi					
1. Frekuensi tetap	x	x	x	x	x
2. Frekuensi variabel secara kontinu	0				
Penyajian nada					
1. Nada kontinu	x	x	x	x	x
2. Nada berdenyut otomatis	x	x 4)		x 4)	
Peralatan penunjuk sinyal uji	x	x			
Pemantauan sinyal uji suara dengan pendengaran	0	0			
Komunikasi tuturan operator kepada yang diuji	0	0			
Earphone pengecil desah				0	0

Catatan :

- x : Persyaratan minimum yang diharuskan
- o : Fasilitas tambahan yang diinginkan
- 1) : Jika dilengkapi masukan sumber tutur, luar, desah acak diboboti tutur (Speech weighted random noise) (lihat butir 5.2.3.2. c) dapat di pakai sebagai pilihan
- 2) : Hanya dipersyaratkan untuk digunakan dengan sumber tutur luar. Dalam hal ini, bunyi masking mungkin berjalur lebar atau desah acak diboboti tutur
- 3) : Untuk audiometer rekam otomatis, fasilitas ini tidak diperlukan
- 4) : Untuk audiometer manual fasilitas ini tidak diperlukan.

5. SYARAT MUTU

5.1. Persyaratan Umum

5.1.1. Persyaratan keamanan

Peralatan yang dioperasikan dari jaringan listrik harus memenuhi persyaratan keamanan minimum sesuai yang ditelakan IEC Publication 601 - 1, *Safety of Medical Electrical Equipment Part 1 General Requirements*.

5.1.2. Waktu pemanasan

Waktu pemanasan maksimum harus dinyatakan oleh pembuat dan tidak boleh melampaui 10 menit kalau perangkat telah disimpan di dalam suhu ruang. Persyaratan standar ini harus dipenuhi sesudah lewatnya waktu pemanasan dan beberapa penyesuaian sesuai petunjuk pembuat.

5.1.3. Variasi Catuan dan Kondisi Lingkungan

5.1.3.1. Pengoperasian catu daya

Peralatan masih memenuhi persyaratan teknis, jika ada penyimpangan dalam tegangan catu dan atau frekuensi jaringan listrik dalam batas : $\pm 10\%$ untuk tegangan catu dan $\pm 5\%$ untuk frekuensi.

5.1.3.2. Pengoperasian baterai

Pembuat harus menyatakan batas tegangan baterai dimana pertelaan-pertelaan tetap dipenuhi, dan harus dilengkapi indikator yang cocok guna menjamin bahwa tegangan baterai berada dalam batas-batas yang dipertelakan.

5.1.3.3. Rentang operasi suhu dan kelembaban

Pertelaan harus dipenuhi untuk semua kombinasi nilai suhu dalam rentang $+ 15^{\circ}\text{C}$ hingga $+ 40^{\circ}\text{C}$, dan kelembaban nisbi 30 % hingga 90 %.

5.1.3.4. Kesesuaian

Kesesuaian dalam setiap pertelaan pada butir 5.1.3.1, 5.1.3.2 dan 5.1.3.3. dapat diperagakan dengan satu earphone dengan mengukur frekuensi, cacat dan tingkat tekanan bunyi pada penunjuk frekuensi 1000 Hz pada tingkat pendengaran 100 dB atau pada pengaturan tingkat pendengaran maksimum, pilih mana yang lebih rendah. Pengukuran cacat (distortion) dilakukan sesuai butir 5.2.1.4.

- Catatan :
1. Untuk uji yang dipertelakan dalam butir 5.1.3.3. earphone dapat dipindahkan untuk sementara.
 2. Jika tidak tersedia 1000 Hz pada perangkat Tipe 5, harus digunakan frekuensi yang terdekat.

5.1.4. Radiasi Akustik tak Diinginkan

5.1.4.1. Umum

Pengukuran akustik dapat dilakukan untuk pengujian karakteristik kelainan tertentu dari audiometer. Dalam hal seperti itu, yang diuji (lihat lampiran A) seharusnya dilakukan pada sejumlah orang normal dengan pendengarannya tidak melampaui 10 dB untuk uji frekuensi 250 Hz sampai 4000 Hz, dan tidak lebih 20 dB untuk frekuensi 125 Hz 6000 Hz dan 8000 Hz.

5.1.4.2. Bunyi tambahan berasal dari sumber listrik earphone

Bunyi tambahan dari luar harus sedemikian besar sehingga tingkat tekanan bunyi pada tiap 1/3 jalur oktaf, minimal 10 dB di bawah tingkat ambang ekuivalen acuan untuk frekuensi uji yang sesuai, kecuali jika tidak diperlukan lebih rendah dari tingkat 70 dB di bawah sinyal yang keluar dari earphone yang "on" (lihat lampiran).

5.1.4.3. Bunyi tak diinginkan yang keluar dari penggetar tulang

Penggetar tulang tidak boleh memancarkan bunyi pada sembarang frekuensi uji sedemikian rupa, hingga bunyi yang mencapai telinga melalui hantaran udara lewat saluran telinga yang tak tersumbat mungkin mengacaukan kebenaran pengukuran hantaran tulang. Sesuai penilaian dari pengujian yang terdiri dari subyek-subyek sekelompok orang dengan pendengaran normal, pancaran bunyi dari penggetar tulang harus terdengar pada tingkat paling tidak 10 dB di bawah tingkat yang ditimbulkan penggetar oleh hantaran tulang yang sedang berkontak dengan kepala.

Kebenaran mengenai persyaratan ini harus diuji sebagai berikut :

- a) Tentukan ambang hantaran tulang seperti biasa
- b) Kemudian tentukan ambang auditori dengan posisi penggetar kira-kira sama, kecuali pada daerah kontak normal dilapis dengan bantalan isolasi getaran dan pengurang setidaknya-tidaknya 20 dB di atas frekuensi 1000 Hz.

Pengurangan yang disebabkan oleh bantalan isolasi tersebut dapat diukur dengan alat penggandeng mekanik.

Ambang auditori setidaknya-tidaknya harus 10 dB lebih besar dari pada nilai semula. Cara ini harus dilakukan paling tidak pada 10 orang dengan pendengaran normal.

Catatan : Perlu diberi kelonggaran untuk kenyataan bahwa radiasi bunyi dari penggetar tulang boleh lebih rendah beberapa frekuensi jika memakai bantalan semacam itu, dibandingkan radiasi dengan beban mastoid manusia.

5.1.4.4. Bunyi tak diinginkan keluar dari audiometer

Bunyi yang disebabkan oleh pengatur audiometer selama uji pendengaran yang sebenarnya atau oleh radiasi dari audiometer, tidak boleh terdengar pada setiap pengaturan pengatur tingkat pendengaran sampai dengan 50 dB.

Uji untuk persyaratan ini harus dilakukan dengan sekelompok pendengar normal yang mengenakan sepasang earphone dilepaskan dan berada pada posisi uji normal.

Keluaran elektrik audiometer diberi beban resistif yang sama besar dengan impedansi earphone pada frekuensi 1000 Hz jika disediakan fasilitas untuk hantaran tulang, pengujian harus diulang dengan hanya satu telinga tersumbat oleh earphone.

Catatan : Batasan ini berlaku untuk desah yang berasal dari pengatur pada setiap desah yang akan memberikan pasien tanda yang dapat mempengaruhi hasil uji.

Tidak dimaksudkan untuk penggunaan mekanis seperti saklar pemindah untuk memilih keluaran atau saklar pemindah frekuensi yang mungkin mengeluarkan bunyi, ketika tidak melakukan pengujian.

5.2. Sumber Sinyal

5.2.1. Sumber nada murni

5.2.1.1. Rentang tingkat pendengaran dan frekuensi

Nilai tingkat pendengaran dan frekuensi uji dari audiometer ditunjukkan dalam Tabel II, frekuensi dapat dipilih dalam kolom 1. Frekuensi terpilih termasuk acuan tingkat ambang ekuivalen (lihat ISO 389).

Catatan : Bila audiometer dilengkapi sinyal termodulasi pembuat harus mencantumkan karakteristik modulasinya.

5.2.1.2. Laju perubahan frekuensi

Bila fasilitas rekam otomatis meliputi frekuensi sapuan (sweep) kontinu, laju perubahan harus satu oktaf per menit. Bila audiometer rekam otomatis dilengkapi frekuensi tetap, harus diberikan periode minimum 30 detik pada masing-masing frekuensi.

5.2.1.3. Akurasi frekuensi

Frekuensi harus dijaga tetap dengan toleransi 3 % dari nilai yang ditunjukkan.

5.2.1.4. Cacat harmonisa

Tingkat harmonisa maksimum relatif terhadap dasar nada uji tidak boleh melebihi dari nilai pada Tabel III, cacat harus diukur pada nilai tingkat pendengaran yang tercantum pada Tabel III, atau penguat tingkat pendengaran maksimum pada audiometer, pilih mana yang lebih rendah. Pengukuran cacat harmonisa dilakukan sesuai IEC Pub. 268 - 3. *Sound System Equipment, Part 3 - Sound System Amplifier*.

- a) Cacat diukur secara akustik pada alat penggandeng akustik atau telinga tiruan, pilih mana yang dipakai untuk pertelaan tingkat ambang ekuivalen acuan.

Catatan : Karena perbedaan responsi frekuensi dari earphone pada telinga dan alat penggandeng akustik, nilai distorsi yang lebih besar mungkin terjadi pada telinga, dibanding dengan pengukuran pada alat penggandeng pada frekuensi rendah, terutama pada frekuensi 125 Hz.

- b) Untuk hantaran tulang

Cacat diukur pada alat penggandeng mekanis

Catatan : Karena ketidak linieran dalam rentang frekuensi rendah dari arus penggetar tulang, terlihat pada hasil cacat harmonisa tinggi, sehingga tidak mungkin mentela cacat maksimum harmonisa yang diijinkan guna menjamin kebenaran hasil hantaran tulang yang diperoleh dari semua tipe kehilangan pendengaran.

Tabel II

Nilai Frekuensi dan Tingkat Pendengaran Ekstrim Nada Murni

Nilai Maksimum Tingkat Pendengaran	Tipe 1		Tipe 2		Tipe 3		Tipe 4	Tipe 5 *)
	Tingkat Pendengaran (Hz) *		Tingkat Pendengaran (Hz) *		Tingkat Pendengaran (Hz) *		Tingkat Pendengaran (Hz) *	Tingkat Pendengaran (Hz) *
	Frekuensi (Hz)	Hantaran Udara	Hantaran Tulang *)	Hantaran Udara	Hantaran Tulang *)	Hantaran Udara	Hantaran Tulang *)	Hanya Hantaran Udara
	125	70		70		90	30	
	250	90	45	90	40	100	50	70
	500	120	60	110	60			
	750 2)	120	60	110	60			
	1000	120	70	110	70	100	50	70
	1500	120	70	110	70			
	2000	120	70	110	70	100	50	70
	3000	120	70	110	70	100	50	70 **
	4000	120	60	110	60	100	50	70
	6000	110		100		90		70 **
	8000	100		90		80		
Nilai Minimum	Seluruh Frekuensi	- 10	- 10	- 10	- 10	- 10	- 10	- 10

Catatan :

*) Lihat butir catatan 5.2.1.4 b)

**) Paling tidak satu dari dua frekuensi harus diadakan

1) Tidak ada batas minimum yang disyaratkan

2) Standar ISO 389 tidak mencatumkan tingkat ambang ekuivalen pada 750 Hz.

Tabel III
Cacat Harmonisa Maksimum yang Diperbolehkan (persen)

U r a i a n	Hantaran Udara			Hantaran Tulang		
Frekuensi (Hz)	125	250 dan 8000	500 s/d 6000	250	500 dan 750	1000 s/d 4000
Tingkat Pendengaran (dB)	75*	90*	110*	20	50*	60*
Harmonisa kedua	2	2	2	10	5	5
Harmonisa ketiga	2	2	2	5	2	2
Harmonisa keempat dan atau lebih tinggi	0,3	0,3	0,3	2	2	2
Semua sub harmonisa	—	0,3	0,3	—	—	—
Total harmonisa	3	3	3	12	6	6

*) Atau tingkat keluaran maksimum yang relevan untuk audiometer itu, mana yang lebih rendah.

5.2.2. Sumber tutur

5.2.2.1. Bobot klinis audiometer tutur

Bobot klinis audiometer tutur sangat berkaitan terhadap bahan uji yang telah distandardisasikan, khususnya penyiapan dan perekaman bahan tuturnya, bersama dengan sinyal kalibrasi. Fasilitas bunyi hidup di dalam audiometer diadakan terutama untuk tujuan komunikasi, karena ketidakandalan uji bunyi hidup dapat menyebabkan galat yang berat.

5.2.2.2. Masukan bunyi hidup

Sifat responsi frekuensi di saluran bunyi hidup harus sedemikian rupa, dengan mikropon dalam medan bebas suara mempunyai tingkat tekanan bunyi yang tetap, tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh earphone audiometer dalam alat penggandeng akustik atau telinga tiruan pada rentang frekuensi 250 Hz s/d 4000 Hz tidak boleh menyimpang lebih dari ± 10 dB dari nilai bila pada frekuensi 1000 Hz, dan tidak boleh naik lebih besar dari 15 dB pada tiap frekuensi di luar jalur ini, relatif terhadap nilai frekuensi 1000 Hz.

Catatan : 1) Karena keterbatasan dari alat penggandeng akustik, telinga tiruan dan alat penggandeng mekanik, pengukuran harmonisa pada frekuensi di atas frekuensi 4000 Hz mungkin tidak tepat dengan sistim non linier. Pengukuran elektrik harus dilakukan pada terminal earphone atau penggetar tulang pada frekuensi ini.

- 2) Nilai cacat ini tidak berlaku untuk earphone sisipan; untuk transduser jenis ini, penentuan cacat secara elektrik harus dilakukan melalui terminal earphone.

5.2.2.3. Masukan tutur terekam

Sifat responsi frekuensi dari saluran tutur yang terekam harus sedemikian rupa bila digunakan alat uji perekam gelombang sinus yang sesuai, tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh audiometer dalam alat penggandeng akustik atau telinga tiruan pada rentang frekuensi 250 Hz s/d 6000 Hz tidak boleh menyimpang lebih dari ± 5 dB dari nilai bila pada frekuensi 1000 Hz, dan tidak boleh naik lebih dari 10 dB pada frekuensi di luar jalur ini. Kesesuaian persyaratan ini harus dibuat pada tingkat tekanan bunyi keluaran (20 k Pa) atau kira-kira 100 dB.

Catatan : Rekaman sinyal acuan terkalibrasi digunakan untuk mengkalibrasi saluran tutur.

5.2.2.4. Cacat keseluruhan

Dengan masukan nada murni yang memiliki cacat harmonisa total tidak lebih 1 %, dan dengan penguatan saluran tutur yang mengeluarkan sinyal 9 dB di atas simpangan acuan dari meter pemantau, maka cacat harmonisa total pada keluaran audiometer tidak boleh melampaui 3 %, bila diukur dalam alat penggandeng akustik atau telinga tiruan.

Uji kesesuaian untuk persyaratan ini harus dilakukan dengan kendali tingkat pendengaran diatur pada keluaran maksimum atau diatur sedemikian rupa supaya menghasilkan tingkat tekanan bunyi 120 dB, pilih mana yang lebih kecil. Pengujian dilakukan pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz.

5.2.2.5. Pemantau

Bahan uji tutur harus diatur pada tingkat acuan yang telah ditela oleh meter pemantau pada audiometer. Meter harus dihubungkan pada titik rangkaian sebelum pengendali tingkat pendengaran. Alat penguat harus dipersiapkan sedemikian rupa untuk penyesuaian penguatan yang tepat guna mendapatkan tingkat acuan yang diinginkan agar didapatkan selisih sebesar 20 dB dalam semua tingkat bahan tutur yang diberikan.

Pembuat harus menyatakan sifat balistik pemantau.

5.2.3. Suara masking

Audiometer harus dilengkapi dengan suara masking (masking sounds) untuk sinyal nada murni pada Tabel II. Semua pengukuran suara masking harus dilakukan secara akustik di dalam alat penggandeng atau di dalam telinga tiruan.

Catatan : Suara masking dapat juga dihantarkan melalui penggetar tulang.

5.2.3.1. Desah jalur - sempit

Bila audiometer dilengkapi masking jalur sempit (narrowband masking) maka jalur desah harus terpusat secara geometris sekitar nada uji. Batas jalur desah masking sesuai Tabel IV. Di luar jalur lulus (passband), kepadatan spektrum desah harus jatuh pada laju paling tidak 12 dB peroktaf.

Catatan : Dianjurkan agar persyaratan terakhir mencapai setidaknya 2 oktaf di atas dan di bawah jalur lulus, dimana kepadatan spektrum harus paling tidak 40 dB di bawahnya.

5.2.3.2. Suara masking lainnya

- a) Desah jalur-lebar : Jika menggunakan desah jalur-lebar (acak) harus mempunyai tingkat tekanan spektrum yang seragam dalam ± 5 dB, pada rentang frekuensi 250 Hz s/d 6000 Hz, relatif terhadap tingkat frekuensi 1000 Hz, bila diukur dalam alat penggandeng akustik atau telinga tiruan.
- b) Desah acak diboboti untuk masking nada murni : Kalau audiometer menyediakan desah acak yang telah diboboti untuk masking nada murni, maka spektrumnya harus mempunyai tingkat tekanan bunyi masking nol dalam setiap 1/3 jalur oktaf sama dengan ± 5 dB, dari frekuensi 250 Hz s/d 4000 Hz, terhadap tingkat ambang ekuivalen acuan untuk setiap frekuensi uji, bila diukur pada alat penggandeng akustik atau telinga tiruan, pilih mana yang digunakan untuk memperlakukan tingkat ambang ekuivalen acuan.
- c) Desah acak diboboti untuk masking tutur : Kalau audiometer menyediakan tutur desah acak yang diboboti, tingkat tekanan spektrum harus dalam keadaan tetap dari frekuensi 250 Hz sampai 1000 Hz, dan turun 12 dB/oktaf dari frekuensi 1000 Hz s/d 6000 Hz. Karakteristik tersebut harus dipenuhi dalam ± 5 dB.

Tabel IV
Desah Masking Jalur Sempit Frekuensi Pancung Atas dan Bawah di Titik
3 dB dari Kepadatan Spektrum

Frekuensi Pusat (Hz)	Frekuensi Pancung Bawah (Hz)		Frekuensi Pancung Atas (Hz)	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
1	2	3	4	5
125	105	111	140	149
250	210	223	281	297
500	420	445	561	595
750	631	668	842	892
1000	841	891	1120	1190

Tabel IV (lanjutan)

1	2	3	4	5
1500	1260	1340	1680	1780
2000	1680	1780	2240	2380
3000	2520	2670	3370	3570
4000	3360	3560	4490	4760
6000 *	5050	5350	6730	7140
8000 *	6730	7130	8980	9510

* Karena keterbatasan alat penggandeng dan telinga tiruan yang ada, pengukuran akustik tidak dipersyaratkan.

Catatan : Jalur desah yang ditentukan dalam Tabel IV berhubungan dengan minimum $1/3$ oktaf, dan maksimum $1/2$ oktaf. Jalur ini lebih lebar dari pada jalur kritis, sehingga memerlukan tingkat tekanan bunyi kira-kira 3 dB lebih besar dari jalur kritis untuk masking yang terpakai.

Jalur yang lebih lebar ini dianjurkan, guna memperkecil keadaan (tonality) dalam desah masking.

5.3. Pengendalian Tingkat Sinyal

5.3.1. Penandaan

Audiometer yang terkalibrasi harus diberi tanda. Penandaan ini harus di panel-depan atau di pengendali tingkat pendengaran. Begitu juga pengendali tingkat pendengaran maksimum pada setiap frekuensi dan transduser.

5.3.2. Akurasi tingkat tekanan bunyi dan tingkat getaran

Tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh earphone atau tingkat getaran yang dihasilkan vibrator, dibandingkan terhadap tingkat ambang ekuivalen acuan, tidak boleh lebih ± 3 dB dari nilai yang ditujukan pada setiap pengaturan dari pengendali tingkat pendengaran dalam rentang frekuensi 125 Hz s/d 4000 Hz, untuk frekuensi 6000 Hz dan 8000 Hz tidak boleh lebih dari ± 5 dB. Bila lebih dari satu saluran sinyal dan atau desah dapat dihubungkan simultan ke transduser tunggal, maka tingkat keluaran sinyal (desah) dari transduser dengan kedua saluran terhubung harus berbeda kurang dari ± 1 dB dari tingkat yang diperoleh bila satu saluran yang dihubungkan. Persyaratan ini harus dipenuhi pada frekuensi 125 Hz s/d 4000 Hz dan dengan toleransi ± 2 dB untuk frekuensi yang lebih tinggi. Persyaratan ini dapat juga berlaku pada tingkat pendengaran sampai dengan 20 dB di bawah tingkat keluaran maksimum.

5.3.3. Tingkat acuan untuk tutur

Pembuat harus menyatakan tingkat keluaran yang terukur pada alat penggandeng atau pada telinga tiruan, dengan mengatur pengendali tingkat pendengaran pada 0 dB, dan masukan tutur diaktifkan oleh sinyal acuan kalibrasi sehingga menggerakkan penunjuk pemantau kedefleksi tertentu.

5.3.4. Pengendali tingkat pendengaran

5.3.4.1. Audiometer manual

Alat pengatur tingkat pendengaran hanya mempunyai satu skala dan satu titik indeks tetap. Pembacaan pada alat pengatur pengendali tingkat pendengaran untuk audiometer Tipe 1, 2, 3, dan 4 harus terkalibrasi dalam selang 5 dB atau kurang, dengan pengaturan 0 dB pada setiap frekuensi terhadap tingkat ambang ekuivalen acuan.

Catatan : 1. Pengukuran untuk penyesuaian dengan persyaratan di atas dapat dilakukan secara akustik atau secara elektrik pada masukan ke transduser, dengan transduser tersambung pada alat penggandeng atau telinga tiruan. Sebagai pilihan transduser dapat diganti dengan beban tiruan sebagai simulasi dari impedansi transduser pada frekuensi uji.

2. Jika dilengkapi dengan penunjuk digital, digunakan prinsip yang sama.

5.3.4.2. Audiometer perekam otomatis

Untuk audiometer Tipe 1, 2 atau 3, harus dilengkapi dengan laju perubahan 2,5 dB/det. Jika ada laju tambahan harus 1,25 dB/det dan atau 5 dB/det. Untuk audiometer Tipe 4 dan 5, laju perubahan harus 2,5 atau 5 dB/det.

Ketepatan pengendali tingkat pendengaran harus dinyatakan oleh pembuat.

5.3.4.3. Akurasi pengendali

a) Audiometer manual, perbedaan pengukuran pada keluaran antara dua tanda tingkat pendengaran yang berurutan tidak boleh berbeda dari perbedaan penunjukan alat pengatur lebih dari 3/10 dari selang pengatur yang diukur dalam dB atau 1 dB, pilih mana yang lebih kecil.

b) Untuk audiometer perekam otomatis, perbedaan pengukuran pada keluaran antara setiap dua tanda tingkat pendengaran harus tidak berbeda dari perbedaan penunjukan lebih dari 1 dB atau 3/10 dari perbedaan yang ditunjukkan, pilih mana yang lebih kecil.

5.3.5. Suara masking

5.3.5.1. Selang (Interval)

Alat pengatur tingkat masking sebaiknya hanya mempunyai satu skala dan satu titik indeks tetap. Tingkat masking harus dapat diatur dalam langkah 5 dB atau kurang. Untuk menghindari perbedaan angka pembacaan tingkat masking desah jalur-lebar atau jalur-sempit, dapat menggunakan skala ganda.

5.3.5.2. Tingkat acuan

- a) Untuk desah jalur-sempit, pengendali tingkat masking harus dikalibrasikan dari masking efektif dalam desibel. Pengaturan suara masking dengan kendali tingkat masking diatur pada 0 dB pada setiap 1/3 jalur oktaf yang terpusat pada frekuensi yang tercantum dalam Tabel II, harus mempunyai tingkat tekanan bunyi yang sama dengan tingkat ambang ekuivalen acuan + 3 dB, pada frekuensi nada murni dimana jalurnya terpusat.
- b) Untuk suara lain, pengendali tingkat masking harus dikalibrasikan dalam tingkat tekanan bunyi atau dalam masking efektif, diukur dengan earphone pada telinga tiruan atau alat penggandeng akustik, pilih mana yang digunakan untuk mempertelakan tingkat ambang ekuivalen acuan.

5.3.5.3. Pertelaan pengaruh masking

Pembuat harus memberikan data yang menunjukkan pengaruh masking untuk setiap sinyal uji dan tingkat tekanan bunyi yang ditimbulkan oleh earphone di dalam alat penggandeng atau telinga tiruan.

5.3.5.4. Akurasi tingkat masking

Tingkat bunyi masking yang dihasilkan oleh earphone harus tidak boleh berbeda dari $\pm \frac{5}{3}$ dB dari nilai yang ditunjukkan. Perbedaan pengukuran antara setiap dua tanda yang berurutan dari tingkat masking harus tidak lebih dari 3/10 dari perbedaan penunjukkan selang alat pengatur diukur dalam desibel atau 1 dB, pilih mana yang lebih kecil.

Catatan : Pengukuran untuk penyesuaian dengan persyaratan di atas dapat dilakukan secara akustik ataupun secara elektrik pada masukan ke transduser, dengan transduser dapat pada alat penggandeng. Sebagai pilihan, transduser dapat ganti dengan beban tiruan sebagai simulasi dari impedansi transduser pada frekuensi uji.

5.3.5.5. Rentang tingkat masking

Bunyi masking harus tersedia pada tingkat setidak-tidaknya mencukupi untuk menutup nada-nada pada tingkat pendengaran 60 dB pada frekuensi 250 Hz, 75 dB pada frekuensi 500 Hz, dan 80 dB dari frekuensi 1000 Hz s/d 4000 Hz.

Tetapi tingkat tekanan bunyi keluaran keseluruhan dari bunyi masking tidak boleh lebih 125 dB. Tingkat bunyi masking harus dapat diatur pada rentang tingkat pendengaran 0 dB sampai tingkat pendengaran di atasnya.

5.3.6. Saklar pemindah nada

5.3.6.1. Saklar pemindah nada untuk audiometer manual

Audiometer manual harus dilengkapi dengan saklar pemindah nada untuk menghasilkan dan memutus nada uji. Saklar pemindah dan rangkaianannya harus sedemikian rupa sehingga subyek akan lebih menanggapi nada uji dari pada desah mekanik (lihat butir 5.1.4.4.) atau transients.

Catatan : Audiometer dapat dilengkapi dengan fungsi gerbang (gating) untuk mengendalikan lama dan/atau pengulangan harga denyutan nada. Audiometer harus dilengkapi dengan sistem pemantau denyut nada.

5.3.6.2. Perbandingan ON—OFF pada audiometer manual

Dengan pemindah dalam posisi "OFF" dan pengendali tingkat pendengaran pada 60 dB atau kurang, keluaran setidaknya-tidaknya harus 10 dB di bawah tingkat ambang ekuivalen acuan. Pada pengaturan tingkat pendengaran yang lebih tinggi, dan saklar pemindah masih tetap pada posisi "OFF" keluaran tidak boleh bertambah lebih besar dari 10 dB untuk setiap kenaikan 10 dB, dari pengaturan tingkat pendengaran di atas 60 dB.

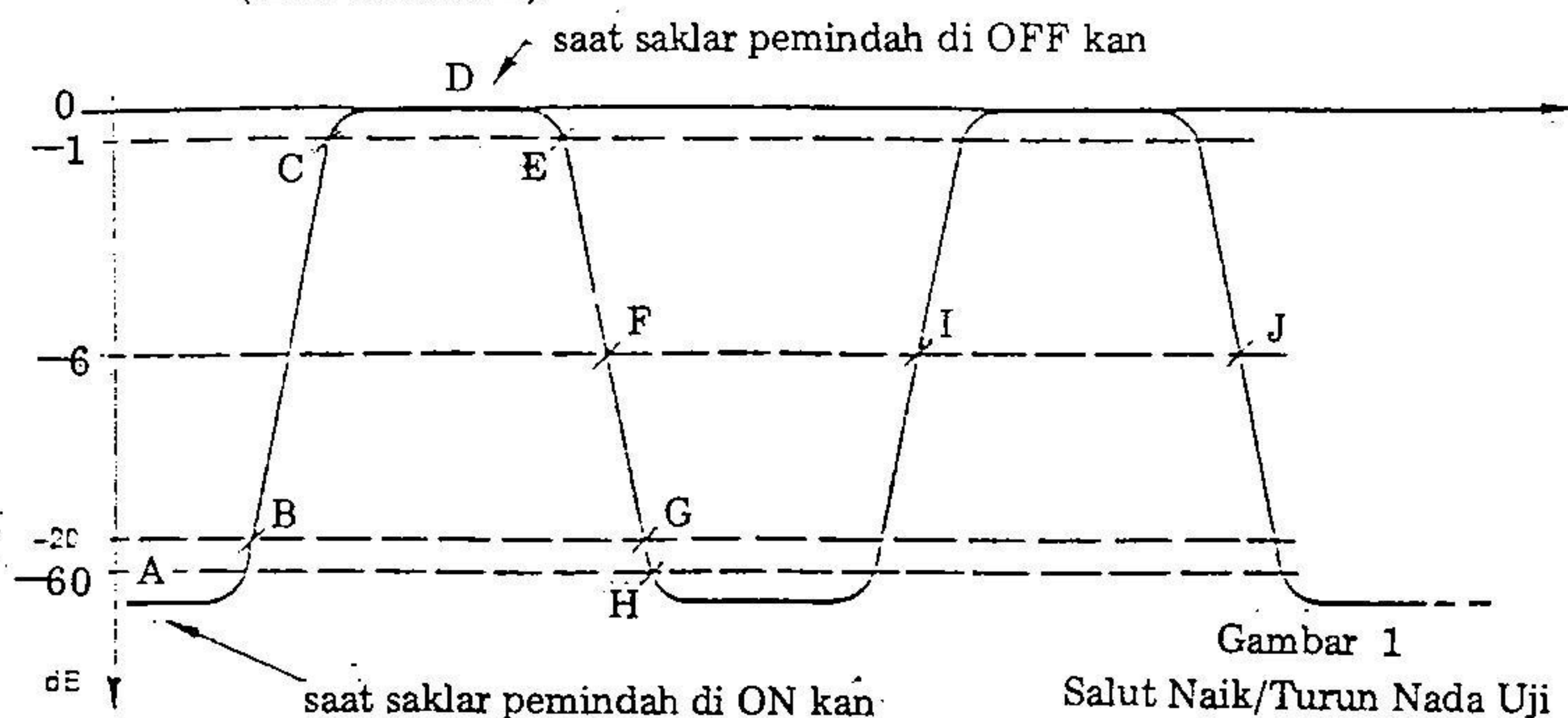
5.3.6.3. Waktu "naik" dan "turun" audiometer manual

- Posisi "ON" : Apabila saklar pemindah nada digerakan pada posisi "ON", persyaratan waktu naik sesuai dengan Gambar 1, AC tidak boleh melebihi 200 milli detik.
BC sekurang-kurangnya 20 milli detik.
Tingkat tekanan bunyi antara B & C harus naik secara tajam (progresif).
- Posisi "OFF" : Bila saklar pemindah nada digerakan pada posisi "OFF", persyaratan waktu turun (fall time) harus sesuai dengan Gambar 1 :
DH tidak boleh melebihi 200 milli detik
EH sekurang-kurangnya 20 milli detik
Tingkat tekanan bunyi antara E dan H harus turun secara curam.
Pada saat naik dan turun nada tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan earphone tidak boleh lebih dari + 1 dB relatif terhadap tingkat keadaan tetap pada posisi "ON".

5.3.6.4. Pulsa nada untuk audiometer rekam otomatis

Audiometer harus dilengkapi dengan saklar pemindah pulsa otomatis untuk menghasilkan pulsa otomatis dari nada uji.

Urutan pulsa yang ditimbulkan harus sesuai dengan persyaratan berikut (lihat Gambar 1).



- Waktu naik : BC sekurang-kurangnya 20 milli detik dan tidak boleh lebih dari 50 milli detik
- Waktu turun : EG sekurang-kurangnya 20 milli detik dan tidak boleh lebih dari 50 milli detik
- Laju naik/turun : Antara B dan C dan antara E dan G, tingkat tekanan bunyi harus berubah sangat halus dan tanpa berhenti
- Fasa ON : CE sekurang-kurangnya 150 milli detik
- Laju pengulangan daur kerja : FI dan IJ, masing-masing, harus mempunyai nilai nominal 200 milli detik

Catatan : Laju pengulangan diutamakan 2,5/detik. Selang FI dan IJ yang diberikan sebagai nilai nominal tanpa toleransi dikarenakan ada beberapa audiometer dengan laju pulsa lebih rendah, yaitu 2 pulsa per detik.

- Perbandingan ON—OFF : Antara G dan B dalam daur berikutnya, keluaran harus dijaga sekurang-kurangnya 20 dB di bawah nilai maksimum yang dicapai dalam posisi ON pada fase CE.

5.4. Fasilitas Nada Acuan yang Dianjurkan

5.4.1. Frekuensi

Semua frekuensi uji, dari 250 Hz s/d 6000 Hz, yang digunakan dalam ujian hantaran udara harus tersedia sebagai nada acuan.

5.4.2. Pengendali tingkat nada acuan

5.4.2.1. Rentang

Pengendali tingkat nada acuan harus meliputi rentang dari tingkat pendengaran 0 dB sampai sekurang-kurangnya tingkat pendengaran 80 dB pada frekuensi 250 Hz, dan sekurang-kurangnya tingkat pendengaran 100 dB pada frekuensi 500 Hz s/ dengan 6000 Hz.

5.4.2.2. Selang

Untuk audiometer Tipe 1 dan 2 tingkat nada uji atau tingkat nada acuan harus dapat diatur dalam selang 2,5 dB atau kurang, lihat Tabel I. Bila audiometer Tipe 3 dilengkapi dengan pengendali tingkat nada acuan ini, harus dapat diatur dalam selang 5 dB atau kurang.

Catatan : Pengendali yang biasanya dimaksudkan untuk tingkat masking dapat digunakan sebagai pengendali tingkat nada acuan, asalkan dapat memenuhi persyaratan butir 5.4.2.3, 5.4.2.4, dan 5.4.2.5.

5.4.2.3. Kalibrasi

Pengendali tingkat nada acuan dari tingkat pendengaran harus terkalibrasi dalam desibel.

5.4.2.4. Akurasi

Unjuk kerja (performance) pengendali tingkat nada acuan harus sesuai dengan butir 5.3.2 dan 5.3.4. Untuk pengatur tingkat pendengaran yang sama, tingkat tekanan bunyi dari nada acuan harus berada dalam ± 3 dB dari tingkat nada uji untuk frekuensi di antara 500 Hz s/d 4000 Hz. Untuk frekuensi lain, simpangan ± 5 dB dapat diterima.

5.4.2.5. Operasi

Pada saat bekerja pengendali tingkat nada acuan tidak boleh mempengaruhi keluaran nada uji.

5.5. Transduser

5.5.1. Hantaran udara

5.5.1.1. Earphone supra-aural

Earphone harus dirancang sedemikian rupa agar menutup telinga rapat, dengan volume udara di dalam telinga harus tertakar baik, posisi dan gaya yang dikenakan pada telinga harus sama, dengan menggunakan tangkai atau alat lain. Earphone harus dikalibrasi dengan menggunakan telinga tiruan (lihat butir 3.9) atau alat penggandeng akustik (lihat butir 3.10). Bila digunakan earphone kiri dan kanan, harus mudah dibedakan.

Catatan : Dianjurkan bahwa earphone yang dimaksudkan untuk dikenakan pada telinga kiri diberi tanda biru, dan pada telinga kanan diberi tanda merah.

Tangkai harus memiliki gaya statis.

5.5.1.2. Sumber hantaran udara lain

Pengeras suara, irpon sisipan, ataupun earphone yang memiliki bantalan telinga supra-aural (earphone mengurangi desah), dapat digunakan. Untuk ini teknik pengkalibrasinya belum ditetapkan.

5.5.2. Hantaran tulang

Audiometer yang dilengkapi fasilitas untuk pengukuran hantaran tulang, butir-butir berikut ini harus dipenuhi :

5.5.2.1. Daerah kontak penggetar tulang

Penggetar tulang harus mempunyai bidang kontak sirkular yang rata dengan luas $175 \pm 25 \text{ mm}^2$.

5.5.2.2. Tangkai

Tangkai harus dilengkapi pemegang penggetar tulang dalam posisinya, dan mempunyai gaya statis sebesar $5,4 \pm 0,5 \text{ N}$.

Tangkai harus memungkinkan digunakan secara simultan pada salah satu earphone uji hantaran udara sebagai sumber desah masking bagi telinga yang tidak diuji.

Catatan : Mastoida dikenal sebagai tempat yang cocok untuk kontak-nya penggetar dengan kepala, tetapi ini tidak meniadakan penggunaan lokasi kontak lainnya misalnya dahi, asal dijelaskan lokasinya dan sesuai dengan data kalibrasi yang tersedia.

5.5.2.3. Kalibrasi

Penggetar tulang harus terkalibrasi sesuai dengan ambang normal pendengaran untuk hantaran tulang, dengan menggunakan alat penggandeng mekanik Standar (lihat butir 3.11).

Pengaturan pengatur tingkat pendengaran audiometer pada posisi nol untuk hantaran udara berlaku juga untuk hantaran tulang pada penempatan penggetar tulang ditempat yang telah ditentukan.

6. PETUNJUK PENGOPERASIAN

Audimeter harus dilengkapi buku petunjuk pengoperasian yang sekurang-kurangnya meliputi :

- a) Uraian tentang fasilitas yang disediakan, dan instruksi lengkap tentang cara kerja pengoperasiannya.
- b) Variasi catuan yang diperbolehkan dan kondisi lingkungan guna menjamin kesesuaiannya dengan butir 5.1.3.
- c) Uraian tentang cara pemasangan audiometer yang benar untuk pemakaian normal, agar meminimalkan pengaruh pancaran bunyi yang tak diinginkan (lihat butir 5.1.4.4.).
- d) Identifikasi transduser dan tingkat ambang ekuivalen acuannya.
Jika terdapat sumber acuan lain harus dicantumkan, bersama dengan alat penggandeng yang digunakan untuk pengkalibrasi.
Gaya statis yang diperoleh dari tangkai transduser harus disertakan.
 - Bila digunakan penggetar tulang, dinyatakan tempat penggunaan, misalnya dahi atau mastoida, juga kalibrasi yang berlaku untuk telinga uji yang disumbat atau tak tersumbat
 - Bila digunakan earphone, kemampuan pelemah bunyi harus dinyatakan
- e) Karakteristik respon frekuensi, dan pengaruh masking dari bunyi masing, sesuai (butir 5.2.3 dan 5.3.5).
- f) Waktu pemanasan, sesuai butir 5.1.2.
- g) Untuk audiometer tutur, tingkat acuan untuk tutur, sesuai butir 5.3.3. Karakteristik balistik alat ukur pemantau harus dinyatakan.
- h) Kepekaan dan impedansi nominal semua fasilitas masukan; tegangan yang tersedia dan impedansi nominal semua fasilitas keluaran letak pena untuk semua koneksi tusuk kontak.
- i) Ragam operasi dan laju perubahan tingkat tekanan bunyi yang ada pada audiometer rekam otomatis. Untuk audiometer dengan frekuensi variabel yang kontinu, laju perubahan frekuensi harus juga dinyatakan.

7. SYARAT PENANDAAN

Audiometer harus diberi tanda yang menunjukkan :

- Nama pembuat
- Model
- Identifikasi dari Instrumen dan juga pada transduser.

LAMPIRAN A

SARAN UJI SUBYEKTIF UNTUK VERIFIKASI KELAIKAN ODIOMETER

- A.1. Ruang dianggap cukup tenang untuk keperluan uji, jika sekelompok pendengar normal dengan telinga tak tersumbat tidak mampu mendeteksi setiap desah lingkungan selama periode uji.

Catatan : Jika hanya menguji unjuk kerja hantaran udara audiometer, maka persyaratan A.1. dapat dititik oleh pengamat dengan mengenakan earphone yang tidak terhubung dengan audiometer.

- A.2. Setiap sinyal yang bukan nada uji dari earphone terpilih, pada setiap frekuensi uji dan pada setiap pengaturan pengendali tingkat pendengaran sampai dengan 70 dB, haruslah sedemikian rupa sehingga sekelompok pendengar normal sesuai butir A.1. tidak mampu mendeteksinya.

Uji ini harus dilakukan pada semua frekuensi dan tingkat sinyal masking, jika disertakan, dan dengan posisi saklar pemindah nada murni pada ON dan OFF.

Untuk pengaturan di atas 70 dB, perlu disisipkan atenuator ekstern ke dalam earphone

Pelaksanaan uji pada pengaturan di atas 70 dB harus dilakukan dengan pengaturan atenuator ekstern pada nilai yang sama dengan penambahan jumlah desibel audiometer di atas 70 dB.

Selama uji, hubungan earphone yang berlawanan harus dilepas dari audiometer dan terminal keluaran audiometer dihubungkan kepada beban tiruan yang cocok.

- A.3. Dalam kondisi uji dan tata kerja yang sama seperti dalam butir A.2. tetapi pengamat mendengarkan melalui earphone yang berlawanan, dengan irpon terpilih tidak terhubung dan terminal keluaran audiometer diberi beban, harus tidak ada bunyi tak diinginkan yang terdeteksi sampai dengan 70 dB dari pengaturan atenuator nada uji.

- A.4. Dalam hal audiometer dimaksudkan untuk digunakan dengan subyek dalam ruang yang sama, maka penentuan dari pelaksanaan butir 5.1.4.4. harus dilaksanakan dengan subyek uji berada 1 m dari audiometer.

